

La pisciculture africaine : enjeux et problèmes de recherche

Jérôme Lazard, Marc Legendre

La production de la pisciculture africaine au sud du Sahara est estimée à 34 000 t en 1989 (tableau 1) sur une production mondiale (poissons seuls) de 7 300 000 t.

Cette production est essentiellement constituée de tilapias (15 000 t), de *Clarias* (10 000 t) et de carpes communes (5 000 t). Il s'agit donc d'une activité encore embryonnaire et qui cherche sa voie sur le plan du développement depuis environ un demi-siècle.

L'aquaculture ne contribue encore que très marginalement à l'approvisionnement en protéines d'origine aquatique du continent africain où la production halieutique totale (maritime et continentale) était évaluée en 1989 à 5 000 000 t. La part du poisson dans l'approvisionnement en protéines y est néanmoins très élevée (23,1 %), légèrement moins qu'en Asie (entre 25,2 et 29,3 %), mais loin devant l'Amérique du Nord (6,5 %) ou l'Europe occidentale (9,4 %), la moyenne mondiale étant de 16,5 %.

Une typologie des piscicultures africaines a conduit à les classer en quatre catégories, sur la base de critères socio-économiques et non du niveau d'intensification de la production [1] :

- la pisciculture d'autoconsommation (dont le produit est destiné à l'approvisionnement du pisciculteur et de sa famille), où les techniques mises en

œuvre, qualifiées d'extensives, correspondent à un faible niveau de technicité ; c'est la forme de pisciculture la plus ancienne et la plus largement répandue ;
— la pisciculture artisanale de petite production marchande, qui se développe essentiellement en zone périurbaine et qui offre le meilleur environnement

pour l'approvisionnement en intrants et la commercialisation du poisson ;

- la pisciculture de type « filière » caractérisée par la segmentation des différentes phases d'élevage, principalement en cages et en enclos ;

- la pisciculture industrielle, caractérisée par des unités de production de



Photo 1. L'*acadja*-enclos. La méthode d'élevage est dérivée de la très productive pêche traditionnelle en *acadjas* développée dans les lagunes du Bénin. Les *acadjas*, sortes de récifs artificiels, sont des amas organisés de branchages installés en zones peu profondes. Dans l'*acadja*-enclos, pour des raisons pratiques, les branchages sont remplacés par des bambous piqués verticalement dans le sédiment lagunaire. Ils servent de support pour le développement de périphytons puis d'épibiontes, sources de nourriture pour les tilapias. L'empoissonnement de l'enclos ainsi aménagé peut être naturel ou artificiel. La production atteint 3 à 8 t/ha/an dans la lagune Ebrié (Côte-d'Ivoire), sans aucun apport d'aliment exogène (d'après Hem *et al.* [7] et Hem [32]) (cliché JB Amon Kothias).

J. Lazard : Programme aquaculture et pêche, Cirad-Emvt.

M. Legendre : Département eaux continentales, Orstom.

J. Lazard, M. Legendre : Gamet, BP 5095, 34033 Montpellier cedex 1, France. Tirés à part : J. Lazard.

Plate 1. The *acadja* pen.

The culture system is derived from the traditional and very productive fishing technique used in Benin coastal lagoons called *acadja*. *Acadjas*, like artificial reefs, are made of bundles of branches set in shallow waters. In *acadja* pen, the bundles of branches are replaced by bamboo rods stuck vertically into the sediment. This leads to a significant increase in surface area upon which natural fish food such as micro-fauna and periphyton develop. Stocking of fish in the pen can be natural or artificial. With no artificial feed being added, the production of fish in the Ebrié lagoon reaches 3 to 8 tons per year and per ha.

Tableau 1
Production piscicole en Afrique subsaharienne (tonnes) (FAO, 1991)

Poissons d'aquaculture	1986		1988		1989		Principaux pays producteurs en 1989 (production > 500 t)
	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	
<i>O. niloticus</i>	2 098	6 242	2 545	7 806	3 788	14 449	Côte-d'Ivoire, Zaïre Nigeria Zambie
<i>O. spp.</i>	3 519		4 297		9 701		
<i>O. andersonii</i>	625		964		960		
<i>Cl. anguillaris</i>	0	1 647	0	3 505	3	10 117	Nigeria
<i>Cl. gariepinus</i>	143		144		145		
<i>Cl. spp.</i>	1 504		3 361		9 969		
<i>Ch. spp.</i>	164	334	207	265	210	260	—
<i>Ch. nigrodigitatus</i>	170		58		50		
<i>C. carpio</i>	487		3 199		5 014		
<i>H. niloticus</i>	109	109	127	127	130	130	Nigeria
Autres poissons		1 260	—	—	—	3 751	—
Total tous poissons		10 079		14 902		33 721	

O : *Oreochromis* ; Cl : *Clarias* ; Ch. : *Chrysichthys* ; H. : *Heterotis*

Fish production in sub-Saharan Africa (tons)

grande dimension dont l'objectif est strictement économique, voire financier, par opposition aux trois formes précédentes où la pisciculture constitue non seulement un outil de production, mais également un outil de développement. Dans un tel contexte, les notions d'intensif et d'extensif prennent une signification particulière. Ainsi la pisciculture industrielle, longtemps considérée comme un moyen privilégié de concentrer géographiquement les facteurs de production et de réaliser des économies d'échelle, est généralement assimilée à la notion d'intensif et la privatisation semble ne pouvoir passer que par son intermédiaire. Il apparaît aujourd'hui que tous les projets de ce type mis en place jusqu'à présent sur le continent africain ont échoué par rapport à leur objectif initial, à savoir produire un poisson à un coût inférieur au prix de vente.

La pisciculture artisanale est, quant à elle, de type familial extensif ou semi-intensif, et généralement très dispersée géographiquement. Diverses approches menées depuis une dizaine d'années montrent que ce type d'aquaculture peut, tout en conservant sa dimension artisanale au niveau de l'exploitation, être concentré géographiquement (dans un bas-fond, une vallée irriguée par des étangs, un lac ou un tronçon de cours d'eau pour des cages...) et induire

d'importantes économies d'échelle en termes de services, tout en sauvegardant une gestion individuelle de l'exploitation. Cette forme d'organisation permet en outre de mettre en œuvre des techniques d'élevage intensives et peut servir de support et de véhicule à la nécessaire privatisation des outils de production, le paysan ou le pêcheur devenu pisciculteur étant l'opérateur privé par excellence.

Les techniques extensives de production piscicole, recouvrant la gestion des petits barrages, des mares, des écosystèmes aquacoles tels que les étangs ou les enclos-*acadjas* (photo 1), apparaissent en définitive comme celles requérant un niveau intensif de connaissances et posant le plus de problèmes de reproductibilité. À l'opposé, les techniques qualifiées d'intensives (alevinage contrôlé, apport normalisé d'aliments de composition standardisée) apparaissent comme les plus simples à mettre en œuvre par les pisciculteurs, à condition de bénéficier d'un encadrement technique qualifié. Dans les deux cas, la technique constitue la condition de base à une bonne mise en œuvre des différents modèles d'élevage.

C'est dans ce contexte et face à ces enjeux que se développe, en Afrique subsaharienne, une recherche en aquaculture dont les principaux programmes et résultats sont décrits ici.

Les programmes de recherche aquacole : conditions de mise en œuvre en Afrique

Le continent africain a une longue histoire de recherche en aquaculture, car de nombreux pays y ont entrepris des travaux dans ce domaine dès avant les indépendances. Parmi les nombreuses stations de recherche construites sur le continent, très peu ont pu poursuivre leurs travaux sans interruption. La station de recherche piscicole de Bouaké (Côte-d'Ivoire) créée en 1957 (devenue Centre piscicole de l'institut des savanes-Idessa) fait partie de ces exceptions. Les autres stations ont été le siège de recherches plus ou moins ponctuelles et ciblées à l'occasion de projets de développement incluant un volet de recherche d'accompagnement. Tel est le cas, par exemple, de l'important travail mené sur *Clarias gariepinus* à la station de la Landjia (République centrafricaine) par les chercheurs de l'université Agronomique de Wageningen dans le cadre d'un projet de développement mis en œuvre par la FAO. Parallèlement, des recherches plus fondamentales

Summary

Questions in tropical African fish-farming research

J. Lazard, J. Legendre

The present paper discusses fish-farming under tropical African conditions (table 1). The main obstacles to its development south of the Sahara are analysed from the biotechnical and socio-economic points of view (tables 2 and 3). Research pathways providing solutions to the various problems are indicated.

*The most commonly cultivated fishes in Africa are the mouth-brooders (*Tilapia* spp.) and *Siluriformes*. Since a large number of the species involved are farmed on other continents, the research is of international interest. Despite the predominance of these two groups, substantial research into the biological diversity of African fish in general is also being conducted to establish which species and strains are best adapted to aquaculture (figure 1). The work is carried out along the same lines as that in the Amazonian basin in South America and the Mekong river in south-east Asia.*

*Major research programmes on *Tilapia* reproductive biology are under way (figure 2) to learn how a) to prevent growing-out cycles due to overpopulation, and b) to synchronise spawning for improved hatcheries management. Research on monosex population production is being carried out on three different sex determination mechanisms: physiological (use of hormones), genetic (hybridisation) and environmental (mainly temperature). Research is also being conducted into salinity tolerance to brackish or seawater conditions, energetic metabolism and nutritional requirements.*

*Concerning the African *Siluriformes*, the present research priority is to acquire a full understanding of the biological cycle, with particular attention to reproductive biology and rearing of the fry, both of which are stumbling blocks to large-scale aquaculture in these species.*

For better management of semi-intensive fish-farming systems, a major field of research would seem to be the mechanisms regulating aquaculture ecosystems (photo 1), such as food webs. Work currently being carried out on feeds and feeding under intensive farming conditions (photo 2) is important for reducing the respective weighting of inputs in the operating costs.

A major challenge for the future of developing countries is to explain how and why tropical fish-farmers find certain culture systems suitable and others not. This will require greater use of socio-economic and other sciences.

Cahiers Agricultures 1994; 3: 83-92.

étaient menées sur cette espèce aux Pays-Bas et, du reste, une production de *Clarias* fut lancée dans ce pays, dans des eaux réchauffées. La station de recherche aquacole du Centre de recherches océanologiques d'Abidjan (CRO) en Côte-d'Ivoire, créée à la fin des années 70, a connu un développement croissant de ses activités au service du développement de l'aquaculture lagunaire dans ce pays. Parmi les autres stations en activité, à des degrés divers, on peut citer la station de recherche de Fouban au Cameroun et la station de la Djoumouna au Congo.

Quoi qu'il en soit, force est de constater qu'en Afrique subsaharienne, à quelques exceptions près, peu de centres de recherche aquacole sont réellement opérationnels, capables d'alimenter le développement en véritables innovations scientifiques et/ou techniques. Le problème de la pérennité de cette recherche est le problème majeur qui se pose aujourd'hui en Afrique: elle coûte cher et les chercheurs sont peu nombreux. Autre problème: quel type de recherche mener en Afrique? Une recherche fondamentale, une recherche appliquée, ou un simple transfert de

technologie? La recherche fondamentale ne peut guère se concevoir hors du cadre de laboratoires bien équipés et de programmes s'inscrivant dans la durée, et elle doit être menée par des chercheurs formés pour cette tâche et en prise directe avec la communauté scientifique internationale.

Enfin, on notera qu'il y a une forte corrélation entre recherche et production: le pays d'Afrique noire francophone ayant aujourd'hui la plus forte production aquacole est celui où l'effort de recherche dans ce domaine ne s'est jamais interrompu et s'est même intensifié ces dernières années: il s'agit de la Côte-d'Ivoire.

Biologie des espèces aquacoles

Espèces nouvelles et espèces d'intérêt potentiel pour l'élevage

La production aquacole africaine repose pour l'essentiel, on l'a vu, sur deux groupes d'espèces autochtones, les tilapias qui regroupent trois genres: *Tilapia* (macrophytophage et pondeur sur substrat), *Oreochromis* et *Sarotherodon* (microphages et incubateurs buccaux) [2], ainsi que *Clarias* spp. et une espèce exotique, la carpe commune.

Historiquement, ce sont les tilapias qui ont fait l'objet des premiers travaux d'expérimentation aquacole en Afrique (principalement au Zaïre à la station de la Kipopo et au Congo à la station de la Djoumouna) du fait, notamment, de leur capacité à se reproduire spontanément et à fréquence élevée en captivité. Ce trait biologique induira rapidement, du reste, un point de blocage important pour le développement des élevages en étang du fait de la surpopulation et du nanisme en résultant. Les tilapias d'intérêt aquacole étudiés dans les stations africaines appartenaient au genre *Tilapia* qui s'est révélé peu performant dans l'optique d'une pisciculture intensive ou semi-intensive. L'option *Oreochromis* a été prise, paradoxalement, après que des essais fructueux (hybridations fournissant des descendance monosexes d'intérêt biotechnico-économique à des fins d'aquaculture) eurent été réalisés en Malaisie [3], essais repris puis développés à

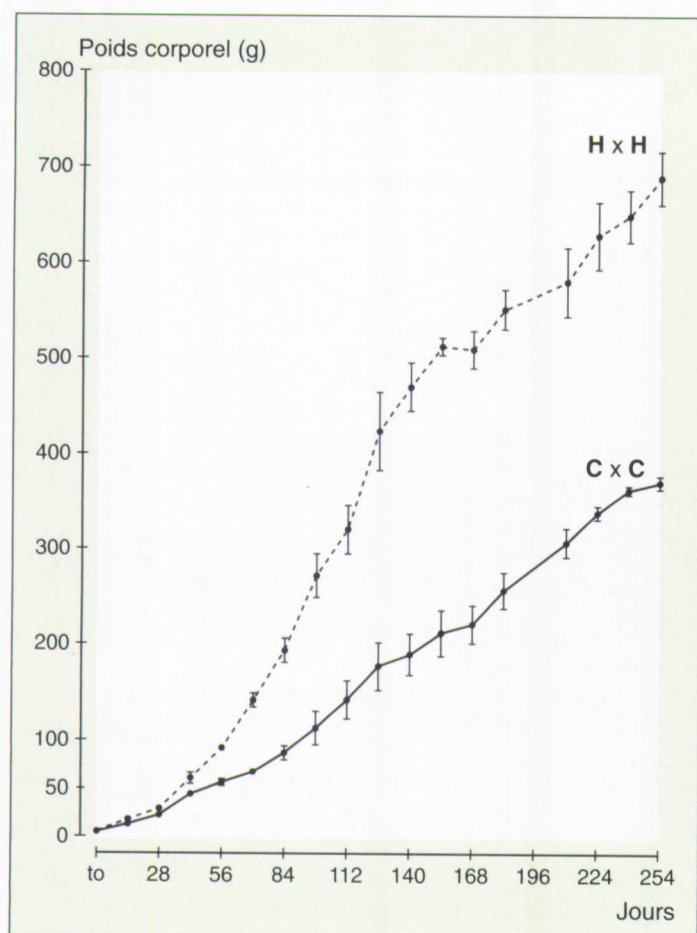


Figure 1. Croissance comparée de *Clarias gariepinus* (CxC) et de *Heterobranchus longifilis* (HxH) en bassins cimentés, avec un aliment granulé à 45% de protéines brutes et une densité d'empoissonnement de 20 individus par m³ (d'après Legendre et al. [26]). Les barres verticales indiquent les écarts entre répétitions.

Figure 1. Comparison of growth between *Clarias gariepinus* (CxC) and *Heterobranchus longifilis* (HxH) in concrete tanks with a 45%-protein pelleted food and stocking-density of 20 fishes per m³. Vertical bars represent range of replicates.



Photo 2. Élevage d'*Oreochromis niloticus* en cage flottante dans le fleuve Niger au Niger (voir tableaux 2 et 3 pour les données biotechniques et économiques) (cliché J. Lazard).

Plate 2. Floating-cage culture of *Oreochromis niloticus* in the Niger River in Niger (for biotechnical and economic data, see tables 2 & 3).

la station de recherche piscicole de Bouaké. La première démarche d'identification d'espèces visant à déterminer celles ayant un potentiel intéressant pour l'aquaculture a été menée en République centrafricaine dans le cadre d'un projet régional mené conjointement par le Centre technique forestier tropical et la FAO [4]. Ce travail a mis en évidence le fort potentiel aquacole d'un silure africain, *Clarias lazera* mis depuis en synonymie avec *Clarias gariepinus* [5], sur lequel d'importants travaux de recherche ont été menés [6].

Une démarche similaire, reposant cette fois sur un travail hydrobiologique de base sur les lagunes ivoiriennes (environnement abiotique et biotique, écologie des peuplements de poissons) a permis de sélectionner de nouveaux poissons d'intérêt aquacole. Les espèces sélectionnées ont fait l'objet de travaux de recherche de nature biologique, écologique et zootechnique, réalisés conjointement par l'Orstom et le Centre de recherches océanologiques (CRO) d'Abidjan [7]. Il s'agit principalement du tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron*), d'un carangidé (*Trachinotus teraia*) et de siluriformes (*Chrysichthys* spp. et *Heterobranchus longifilis*). L'un des intérêts de cette démarche, lorsqu'elle s'inscrit dans la durée, est de mettre en évidence des espèces négligées et mal connues révélant un potentiel aquacole supérieur à celui d'une espèce sœur ou d'un genre très voisin utilisé jusqu'alors. Tel est le cas, par exemple, de *Chrysichthys nigrodigitatus* par rapport à *Ch. maurus* ou celui d'*Heterobranchus longifilis* par rapport à *Clarias gariepinus* (figure 1) [8].

Dans le même esprit, la domestication de nouvelles espèces d'eau douce autochtones africaines a été entreprise à l'Institut des savanes (Idessa) de Bouaké pour diversifier les élevages existant à l'heure actuelle, notamment en pisciculture extensive dans les petites retenues à vocation hydro-agricole et agropastorale. Il s'agit d'espèces aussi variées que *Lates niloticus*, *Parachanna obscura*, *Schilbe mandibularis* ou *Labeo coubie*.

L'attrait, particulièrement fort, manifesté par de nombreuses populations africaines pour la consommation de poisson provenant des eaux continentales doit inciter à poursuivre ce travail d'identification des espèces d'intérêt aquacole. Les connaissances sur les bases biologi-

ques et écologiques des espèces déjà identifiées doivent aussi être renforcées pour parvenir à une optimisation biotechnique et socio-économique des différents systèmes aquacoles actuellement mis en place sur le continent. Il convient de noter, pour replacer ce qui précède dans un contexte plus vaste, qu'une démarche analogue est envisagée pour les espèces autochtones du bassin du Mékong : l'aquaculture dans les pays de la péninsule indochinoise est encore pratiquée à partir d'alevins capturés dans leur milieu naturel et sans véritables bases biologiques. Dans cette région, les principales espèces dont le cycle biologique est totalement maîtrisé sont des espèces exotiques (carpes chinoises et indiennes, tilapias).

Les tilapias

Ce groupe de poissons (au 4^e rang mondial derrière les carpes, les salmo-

nidés et les *Chanos chanos* avec une production estimée à 400 000 t) continue de faire actuellement l'objet d'actifs travaux de recherche de nature biologique sur le continent africain, dont il est originaire, même si l'essentiel de sa production est actuellement assurée par les pays asiatiques.

• Génétique

Depuis le début des années 80, un travail de caractérisation des différentes souches et populations naturelles de tilapias a été entrepris dans les principaux bassins hydrographiques africains, essentiellement à des fins de biogéographie et de phylogénie des groupes d'espèces étudiés [9,10]. Les travaux de caractérisation des espèces indigènes ont initialement été effectués dans des pays éloignés des ressources génétiques (Philippines notamment) afin d'évaluer le degré de variabilité génétique et le niveau d'introgession des principales

espèces d'élevage (*Oreochromis mossambicus* et *O. niloticus*) [11]. Ce travail a été récemment fait en Afrique, en comparant les principales populations naturelles et les stocks d'élevage afin de permettre l'identification précise de ces souches, de faire l'état de la diversité génétique existante et de rechercher d'éventuels cas d'introgession [12]. Cette recherche est rendue nécessaire par le fait que ces populations indigènes ont souvent été fondées à partir d'un petit nombre de géniteurs prélevés dans des sites géographiques restreints et, de plus, certains stocks autochtones ont fait l'objet de nombreux transferts, multipliant ainsi les risques d'apparition de goulets d'étranglement.

Des travaux d'hybridation interspécifique ont par ailleurs été conduits à des fins de production de descendance monosexuelle [13] mais, aujourd'hui, du fait d'une dérive souvent importante dans les sex-ratios attendus, cette tech-

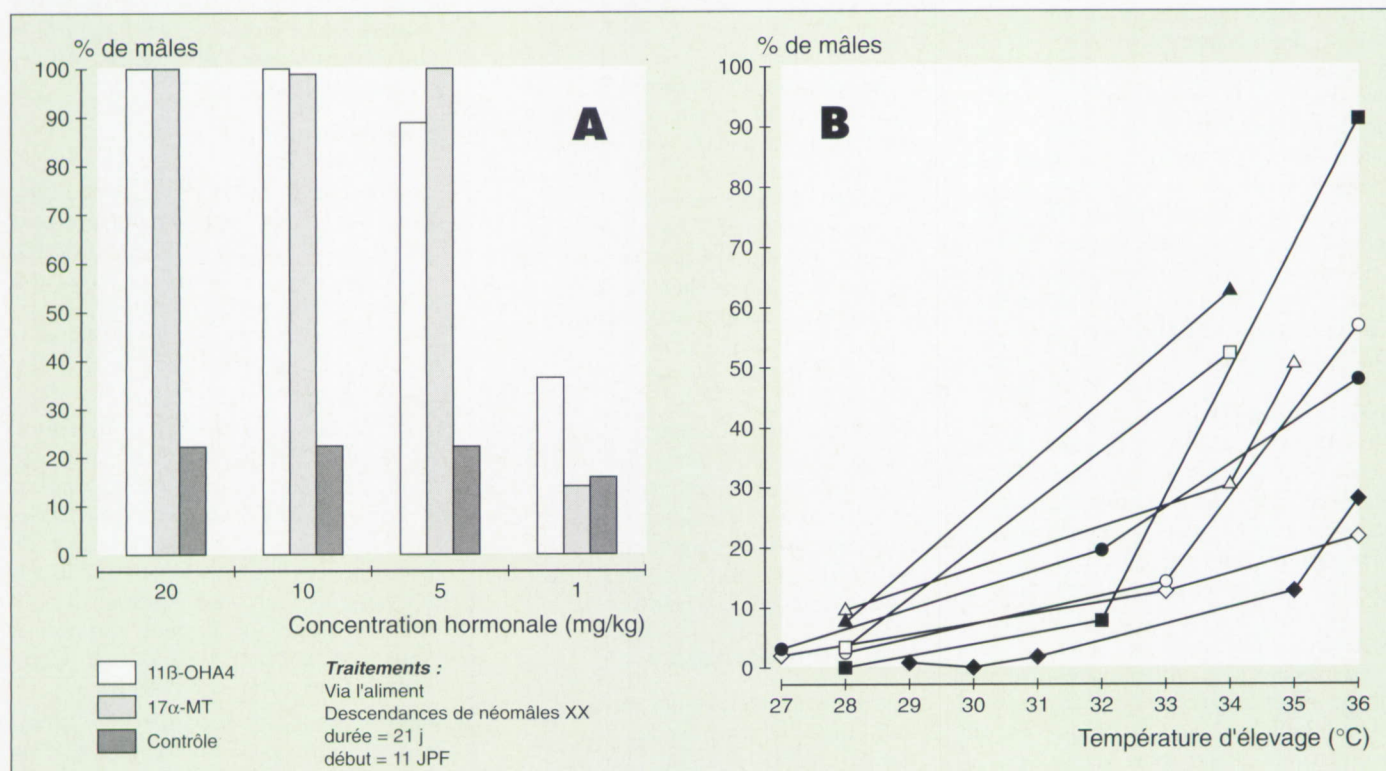


Figure 2. Efficacité de masculinisation chez *Oreochromis niloticus*:

A) d'un traitement d'inversion hormonale à l'aide d'une hormone naturelle (11β-hydroxy-androstenedione) comparée à un stéroïde artificiel (17α-méthyltestostérone) (d'après Baroiller *et al.* [17]);

B) de la température d'élevage (d'après Baroiller *et al.* [18]). Les familles d'alevins sont issues de la reproduction de néomâles XX par des femelles classiques XX; dans des conditions classiques (27 °C), de telles descendances sont majoritairement composées de femelles et permettent une meilleure mise en évidence des effets masculinisants des facteurs testés.

Figure 2. Masculinisation efficiency in *Oreochromis niloticus* of:

A) a hormonal sex-reversal treatment using a natural hormone (11β-hydroxy-androstenedione) compared with a synthetic steroid (17α-methyltestosterone); B) of rearing temperature. The fry used were offspring of XX neomale and XX classical female crosses under standard conditions. The phenotype of these fry is mainly female, thus allowing a clearer demonstration of the masculinisation effects tested.

nique cède le pas à d'autres, plus faciles à mettre en œuvre et plus performantes. La production d'hybrides interspécifiques, voire intergénériques, reste en revanche couramment utilisée pour développer l'aquaculture dans les eaux salées [14]. La production de descendance monosex mâle, à partir de génotypes nouveaux fabriqués grâce aux techniques d'inversion hormonale, peut également constituer une voie prometteuse [15].

• Reproduction, monosexage

Les tilapias se reproduisent spontanément et à un rythme soutenu en captivité, mais ils présentent une faible fécondité (quelques centaines d'œufs par ponte chez les *Sarotherodon* et les *Oreochromis*). Le contrôle de la reproduction de ces poissons a pour objectif, d'une part, de parvenir à la synchronisation des pontes des femelles dans le cadre d'une production massive d'alevins de même âge et, d'autre part, d'empêcher la reproduction anarchique des poissons en phase de grossissement. Pour ce dernier aspect, l'une des voies est la production de populations monosexes de mâles, dont la croissance est plus rapide que celle des femelles. Aujourd'hui, l'essentiel des travaux visant à la production de populations monosexes mâles repose sur deux approches : l'une hormonale (inversion de sexe par des stéroïdes incorporés dans l'alimentation) et l'autre génétique (cf. ci-dessus). Seule la première approche est actuellement fiable et utilisée à grande échelle [16] avec, toutefois, des conséquences encore mal connues sur l'environnement et un niveau de risque élevé lié à la manipulation massive de telles substances. Face à ces défis, deux orientations sont aujourd'hui privilégiées : l'utilisation d'hormones naturelles impliquées dans le processus de la différenciation sexuelle [17] et la thermosensibilité de la différenciation gonadique, dont la récente mise en évidence peut laisser envisager la production de populations à fort taux de mâles par l'application de températures élevées lors de la phase de différenciation sexuelle [18] (figure 2).

• Nutrition, alimentation et croissance

De très nombreux travaux sont menés depuis longtemps sur la nutrition et l'alimentation des tilapias, du genre *Oreochromis* principalement. Ces travaux

portent en majorité sur l'utilisation d'aliments bruts ou composés, constitués à partir de sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles en zone tropicale [19]. Depuis peu, les études s'orientent également vers une meilleure détermination des besoins énergétiques de ces espèces et sur les moyens de les satisfaire [20].

Des résultats prometteurs ont en outre été obtenus avec *S. melanotheron* en condition d'élevage extensif en enclos-*acadjia* (photo 1) sans aucun apport d'aliment exogène [7, 21]. L'alimentation naturelle des poissons, stimulée ou non dans le milieu d'élevage, constitue une autre possibilité qui sera abordée ci-après dans le cadre de la gestion des écosystèmes aquacoles.

Enfin, des travaux visant à étudier le déterminisme du dimorphisme de croissance chez les tilapias devraient permettre de préciser les facteurs indissociables de la masculinisation dans l'avantage de croissance observé chez les mâles.

• Adaptation et pathologie

Peu de travaux relatifs à la pathologie des tilapias en élevage sont actuellement entrepris en Afrique. Les principaux accidents d'ordre sanitaire qui se sont produits concernent des systèmes hyper-intensifs ou des élevages pratiqués dans des milieux autres que ceux d'origine des espèces, notamment dans les eaux salées. Des essais d'adaptation des tilapias en eaux de diverses salinités sont conduits, depuis la fin des années 70, selon une méthodologie privilégiant le testage [14]. Une démarche de nature plus explicative a démarré depuis peu ; elle fait appel à l'histologie et à l'endocrinologie avec, notamment, une analyse approfondie du rôle des prolactines dans l'adaptation à l'eau salée [22].

Les siluriformes

Les premiers siluriformes africains ayant fait l'objet de travaux en vue de leur domestication aquacole appartiennent au genre *Clarias*. D'autres ont suivi, appartenant aux genres *Chrysichthys* et *Heterobranchus* principalement.

• Génétique, systématique

De nombreuses révisions systématiques ont permis une clarification au sein de ce groupe de poissons, notamment dans les genres *Clarias* [5], *Heterobranchus* [23] et *Chrysichthys* [24], facilitant

ainsi le travail des aquaculteurs. La génétique des populations de siluriformes a jusqu'à présent été étudiée essentiellement à des fins de connaissance de la biogéographie et de la phylogénie des espèces africaines [25]. Ces travaux sont actuellement poursuivis par le CRO et l'Orstom avec pour objectif aquacole la mise en évidence de populations naturelles fortement différenciées susceptibles de constituer des souches d'intérêt potentiel pour l'élevage.

En Asie, l'hybridation interspécifique de *Clarias* est couramment pratiquée en aquaculture, l'hybride le plus fréquemment rencontré aujourd'hui est *Cl. macrocephalus* × *Cl. gariepinus*, ce dernier provenant d'Afrique. Les hybrides de silures produits à titre expérimental en Afrique sont intergénériques (*Clarias gariepinus* × *Heterobranchus longifilis*). Toutefois, dans ce dernier cas, aucun avantage clair ne s'est jusqu'à présent manifesté en faveur de l'utilisation aquacole des hybrides dont la croissance reste voisine de celle de *H. longifilis*, la plus performante des deux espèces parentales [26].

• Reproduction, élevage larvaire

Contrairement aux tilapias, la reproduction en captivité des siluriformes doit être stimulée par la mise en place de substrats de ponte dans les structures d'élevage et/ou par le recours à l'induction de l'ovulation par des traitements hormonaux, suivis ou non de fécondation artificielle.

Chez *Clarias gariepinus*, la reproduction est aujourd'hui parfaitement maîtrisée selon les différentes approches décrites ci-dessus. Il en est de même pour l'élevage larvaire, mis en œuvre soit de façon intensive et contrôlée en utilisant des nauplii d'*Artemia* comme aliment de départ puis un aliment composé à haute teneur protéique, soit de façon extensive en étang fertilisé [6, 27].

Partant des résultats acquis sur *Clarias*, la maîtrise du cycle biologique d'*Heterobranchus longifilis* a été obtenue, de la reproduction à la production d'individus de taille marchande (> 1 kg) [7, 8, 28]. Les méthodes d'induction de l'ovulation, de fécondation artificielle et d'incubation des œufs sont à présent bien établies. Un problème qui demeure est toutefois celui du sacrifice des mâles, pratiqué pour la récolte du sperme. Ceci oblige à l'entretien d'un nombre

de mâles plus élevé que nécessaire et pourrait s'opposer, à l'avenir, à l'utilisation répétée de mâles génétiquement sélectionnés. Les solutions semblent passer, d'une part, par une optimisation de l'utilisation de la semence collectée (mise au point de milieux de fécondation spécifiques, techniques de cryoconservation) et, d'autre part, par la stimulation hormonale, qui pourrait permettre une collecte du sperme par massage abdominal sans avoir recours au sacrifice des mâles.

L'élevage larvaire reste la phase la plus contraignante de la filière d'élevage de *H. longifilis*. De bons résultats de croissance et de survie sont obtenus avec les nauplii d'*Artemia* comme premier aliment, mais des solutions plus autonomes sont à rechercher dans le contexte de nombreux pays africains où ces proies doivent être importées. L'utilisation de proies planctoniques disponibles localement peut également s'avérer satisfaisante, que celles-ci soient produites dans des élevages associés (*Moina*) ou utilisées *in situ* dans les étangs de pisciculture (méthode d'alevinage en cage) [8]. Les élevages associés sont toutefois assez contraignants et l'utilisation *in situ*, sur le plan pratique, conduit à des résultats aléatoires; le succès de cette méthode demanderait une connaissance plus approfondie et un meilleur contrôle de l'écosystème étang. Une voie qui paraît prometteuse est celle de l'utilisation d'aliments composés à base de levures et de foie de bœuf [28]. Les résultats obtenus ont démontré une bonne survie, mais une croissance plus faible qu'avec l'*Artemia* durant les deux premières semaines d'élevage, indiquant une couverture encore imparfaite des besoins nutritionnels des larves de *H. longifilis*. L'amélioration de ces aliments composés constitue donc une voie de recherche à approfondir.

Pour *Chrysichthys nigrodigitatus*, pendant la période de reproduction, les couples nidifient dans des anfractuosités pour y déposer leurs œufs. Les parents restent généralement dans le nid avec les larves jusqu'à la résorption de la vésicule vitelline.

La méthode d'obtention des pontes en captivité s'appuie sur une simulation de ces conditions naturelles de reproduction. À cet effet, les couples matures sont maintenus en confinement jusqu'à la ponte dans des tubes de PVC placés en bassin cimenté [29, 30]. Les lar-

ves disposent d'importantes réserves vitellines et leur élevage ne pose pas de problème particulier du fait de leur capacité à utiliser efficacement les aliments composés classiques dès leur entrée en phase trophique.

Pour cette espèce, les travaux s'orientent actuellement, d'une part, vers l'identification des facteurs de l'environnement impliqués dans le contrôle de la gamétogenèse en vue d'un étalement de la saison de reproduction et, d'autre part, vers une synchronisation des pontes par traitement hormonal des femelles.

• Nutrition, alimentation et croissance

Les premiers élevages de siluriformes implantés en Afrique ont été réalisés avec *Clarias* sp. en étang de pisciculture, avec une alimentation basée sur l'utilisation d'engrais organique (effluents d'élevage), de sous-produits agricoles bruts ou composés, ou sur la capacité prédatrice de cette espèce en association avec des tilapias pour en contrôler la reproduction. Ils ont mis en évidence la souplesse du régime alimentaire de ces poissons avec, cependant, un optimum de croissance pour une alimentation riche en protéines (notamment d'origine animale) [4, 6]. La seconde génération d'élevages de siluriformes (*Chrysichthys* et *Heterobranchius*) en Afrique a mis en œuvre des modalités de production plus intensives, dans le cadre desquelles des études plus fines des besoins nutritionnels et des modalités optimales de nourrissage ont été réalisées [28, 31].

Pour ces espèces, comme pour les tilapias, d'importantes avancées restent à faire pour alléger le poste alimentation, le plus important en élevage intensif. Dans ce sens, les recherches doivent être poursuivies pour parvenir à une meilleure couverture des besoins alimentaires en tenant compte du contexte économique et des composés disponibles localement.

Fontionnement et gestion des écosystèmes aquacoles

Si, en élevage intensif, l'eau ne constitue qu'un support à la production aquacole (les besoins alimentaires des

poissons sont couverts par l'apport d'une alimentation exogène), il n'en est pas de même dans les systèmes aquacoles extensifs ou semi-intensifs. Principalement représentés par les étangs de pisciculture classiques en terre, ces systèmes s'enrichissent aujourd'hui de nouveaux modèles tels que les enclos-*acadjas* [32] (photo 1), ou les petites retenues à vocation hydro-agro-pastorale, par exemple.

Le fonctionnement des réseaux trophiques dans ce type de milieu a longtemps constitué la « boîte noire » des élevages et les premières tentatives de quantification des diverses voies alimentaires des poissons en étang enrichi ont été réalisées en Israël [33]. Elles ont permis de mieux comprendre les rôles relatifs joués par une fertilisation organique, minérale, ou l'apport d'aliments artificiels dans l'alimentation directe et indirecte (*via* les voies autotrophe et hétérotrophe) des poissons.

L'étude des processus et de la régulation des transferts de matière et d'énergie entre les niveaux trophiques successifs au sein d'écosystèmes à vocation aquacole tels que les étangs et les enclos-*acadjas* lagunaires fait l'objet d'un important travail de recherche en Côte-d'Ivoire, dans le cadre du CRO [34]. Nul doute que la poursuite et l'intensification de ce travail de recherche permettront, par une meilleure compréhension des mécanismes trophiques au sein des écosystèmes aquacoles, d'en optimiser la gestion biotechnique et économique. Ce travail constitue de toute évidence une priorité pour l'avenir du développement de la pisciculture sur un continent où les intrants nécessaires à l'alimentation des poissons et la trésorerie, donc le crédit pour les acquérir, se font rares [35].

Techniques et systèmes d'élevage aquacole

Deux aspects des techniques et systèmes d'élevage aquacole seront traités en fonction de leurs enjeux et de leurs problématiques : la production d'alevins et la production de poissons marchands.

Les écloséries

L'attrait des pionniers de l'aquaculture

africaine pour les tilapias est principalement lié à la capacité de ces poissons à se reproduire spontanément en captivité. Leur faible fécondité et les pontes asynchrones nécessitent cependant de disposer d'un nombre élevé de géniteurs pour produire des quantités significatives d'alevins. Les options retenues pour la production d'alevins ont varié en fonction des différentes opérations de développement. Sur le plan des infrastructures, l'étang a prouvé sa supériorité économique par rapport aux structures inertes (*raceways* ou bacs en béton, bacs en plastique...) et l'intensification peut y être pratiquée par l'implantation, par exemple, de *hapas* (cages en toile moustiquaire où se font la reproduction et le prégrossissement). Sur le plan des stratégies de développement, deux options ont longtemps cohabité : les stations d'alevinage, ou écloséries, destinées à approvisionner les pisciculteurs et la production d'alevins par les pisciculteurs eux-mêmes (ou autoalevinage). Si les premières sont

indispensables dans un schéma mettant en œuvre des techniques relativement sophistiquées (production d'hybrides monosexes ou de souches sélectionnées, pratique de l'inversion hormonale...), elles se révèlent rapidement très coûteuses et ne survivent généralement pas aux projets qui leur ont donné naissance. Le problème ne se pose pas du tout dans les mêmes termes lorsqu'il concerne les siluriformes. Pour ces poissons à fécondité élevée (15 000 à 150 000 œufs par kg de femelle selon les espèces), le recours à un système d'éclosérie paraît nécessaire pour y pratiquer, dans de bonnes conditions techniques, l'induction de la ponte, la fécondation artificielle et l'élevage larvaire. Pour ces espèces, il semble du reste que le coût de l'alevin reste constant, qu'il soit produit en conditions extensives ou intensives. La question de la pérennité des écloséries de silures, en termes de charges récurrentes, reste toutefois posée, au même titre que pour les tilapias.

La production de poissons marchands

La phase de grossissement des principaux poissons africains d'aquaculture s'effectue dans différents types d'infrastructures que l'on peut distinguer prin-

cipalement selon le mode d'alimentation des poissons : aliment disponible *in situ* (étangs en terre, enclos-*acadjas*) ou élevage « hors sol » (cage, enclos, *raceways*). Aujourd'hui, l'étang reste de très loin l'outil de production aquacole le plus répandu sur le continent africain car il offre une très grande souplesse d'utilisation, allant de l'extensif à l'intensif. Il pose cependant un certain nombre de problèmes et de contraintes tant en terme d'implantation (source permanente d'eau, topographie favorable, investissement élevé...) qu'en terme de gestion (risques de surpopulation en élevage de tilapias, suivi de la qualité de l'eau...) qu'il convient de prendre en compte pour chaque situation. D'autres infrastructures d'élevage sont utilisées lorsque l'environnement, au sens large, s'y prête : enclos en milieu lagunaire, cages flottantes dans les lacs ou les cours d'eau. Les résultats biotechniques et économiques de l'élevage d'*Oreochromis niloticus* en cage flottante dans le fleuve Niger sont présentés dans les *tableaux 2 et 3* respectivement, à titre d'exemple (*photo 2*).

De nombreuses références biotechniques et économiques sont disponibles sur ces différents élevages [7, 36] qui semblent se heurter, pour leur développement à grande échelle, à des obstacles d'ordre social, économique et commercial.

Tableau 2

Moyenne des performances biotechniques d'élevage d'*Oreochromis niloticus* en cages flottantes de 20 m³ dans le fleuve Niger (Niger) (d'après Lazard *et al.* [36])

Durée du cycle d'élevage (jours)*	225
Densité d'élevage (individus/m ³)	135
Poids moyen individuel initial (g)	35,70
Poids moyen individuel final (g)	217,90
Taux de survie (%)	90,70
Croissance journalière individuelle (g/j)	0,81
Taux de conversion de l'aliment**	3,00
Rendement (kg/m ³ /cycle)	21,80

* Le cycle d'élevage se déroule pour les 2/3 en saison chaude (T > 24 °C) et pour 1/3 en saison froide (16 °C < T < 24 °C).

** Correspondant au poids d'aliment nécessaire à la production d'1 kg de poisson. L'aliment utilisé contient 31 % de protéines dont 1/3 d'origine animale.

Mean biotechnical performance for *Oreochromis niloticus* growth in floating-cages in the Niger River (Niger)

Tableau 3

Compte d'exploitation moyen d'une cage d'élevage d'*Oreochromis niloticus* (20 m³) des aquaculteurs artisans nigériens, en F CFA-1990 (d'après Lazard *et al.* [36])

Rubriques	Par cage	Par kg	%
Charges			
- fixes :			
investissements (remboursement principal + intérêts)*	39 100	102	11,6
- variables :			
alevins	55 300	144	16,3
aliment poisson	132 750	345	39,2
divers	1 000	3	0,3
Intérêts crédit court terme**	17 450	45	5,2
Total charges	245 600	639	72,6
Produits	338 350	880	100,0
Résultat net bénéficiaire	92 750	241	27,4

* Les investissements sont subventionnés pour 50 % et financés pour 50 % par un crédit à 6 % par an sur 4 ans.

** Crédit de campagne (1 an) au taux de 6 %.

Financial analysis of an average *Oreochromis niloticus* cage (20 m³) for small-scale Niger fish-farmers (in francs CFA, 1990)

Sciences sociales et économiques

La recherche en sociologie et en économie de l'aquaculture en Afrique est quasiment inexistante. Cette situation peut s'expliquer, entre autres, par l'impact négligeable de l'aquaculture sur les économies africaines et par une conscience tardive de la part des planificateurs ou responsables de projets aquacoles, à la suite de nombreux échecs, à intégrer la dimension sociale ou économique, très sous-estimée. Deux exemples de prise en compte de cette dimension socio-économique sont cependant fournis par la Côte-d'Ivoire. Le projet de développement de la pisciculture en milieu rural s'est attaché à déterminer la rentabilité économique et financière des différents systèmes de production aquacole mis en place, faisant ressortir notamment le rôle de la technique d'élevage mise en œuvre et celui de la qualité de l'encadrement [35]. Le projet de développement de l'aquaculture lagunaire, quant à lui, a confié à un économiste une étude sur la commercialisation du poisson d'aquaculture, avec pour objectifs la formation des prix, un descriptif des circuits commerciaux et la mise en évidence des stratégies commerciales mises en œuvre par les différents acteurs opérant à chaque étape de ces circuits [37].

En matière de sciences sociales relatives à l'aquaculture en Afrique, trois voies de recherche pourraient être explorées qui devraient permettre une connaissance de nature et d'intérêt différents de celle acquise par le passé qui reposait principalement sur des expertises rapides et superficielles.

La première voie pourrait être une analyse macro-économique, menée à l'échelle régionale, de l'aquaculture par rapport à l'ensemble de la filière halieutique (en ce sens, elle dépasse le cadre aquacole). Cette analyse permettrait d'identifier les principaux éléments quantitatifs et les différents agents de la filière susceptibles d'être impliqués dans une activité aquacole avec, en particulier, un descriptif du rôle et de la structuration des producteurs et des commerçants. Mais cette étude permettrait également un repérage des institutions financières susceptibles d'être impliquées ainsi qu'un jalonnement des interventions souhaitables des États et

des bailleurs de fonds en matière d'incitations diverses.

La deuxième voie pourrait être une analyse bio-économique de quelques aquacultures existantes ou en gestation. Cette analyse, interdisciplinaire par essence, devrait permettre de dégager les conditions optimales de rentabilité de l'aquaculture considérée. Elle nécessite un suivi très rapproché des coûts d'investissement, et surtout de fonctionnement, des unités aquacoles ainsi que l'adéquation de ces coûts aux paramètres biotechniques (taille et poids, reproduction, etc.). À terme, cette recherche devrait fournir des éléments sur la rentabilité optimale et les coûts unitaires réels.

La troisième voie aurait pour objectif, en référence à des situations locales spécifiques, d'analyser l'insertion d'activités aquacoles dans le système de production agricole ou halieutique. En effet, le développement de la pisciculture artisanale, pratiquée comme activité unique ou non, s'inscrit dans un système de production agraire ou halieutique déjà existant. Dès lors, les nouvelles allocations des facteurs de production nécessaires au développement de l'activité aquacole se font par rapport à l'ancienne activité. L'enjeu est la réussite de la greffe aquacole sur une organisation sociale et économique qui a ses propres règles de fonctionnement (distribution des terres et des différents intrants, force de travail, capital disponible). Encore une fois, sous peine de conclusions erronées liées à une problématique ou à une méthodologie inadéquate, ce genre de recherche requiert des compétences en sciences sociales qui ne peuvent être le fait des seuls biologistes ou techniciens.

Conclusion

Les résultats et orientations de recherche décrits ici concernent principalement deux groupes de poissons. Le premier, constitué par les tilapias, est endémique du continent africain qui représente donc le réservoir génétique pour les élevages réalisés sur les autres continents. Le second, composé des siluriformes, avec notamment les Clariidés, voit certaines des espèces africaines utilisées sous forme pure ou d'hybride dans de nombreux pays hors d'Afrique. La portée des travaux de recherche réa-

lisés dépasse donc largement les limites du continent africain et justifie leur poursuite et leur renforcement, notamment dans les domaines suivants :

- la démarche consistant à valoriser la diversité biologique par la mise en évidence d'espèces « nouvelles » pour l'aquaculture devrait être poursuivie parallèlement à celle menée dans d'autres grands bassins hydrographiques (Amazonie, Mékong), où les connaissances de la biologie des espèces autochtones demeurent limitées. Cette démarche inclut la caractérisation génétique des populations naturelles et d'élevage dont l'intérêt aquacole est établi ;

- des études approfondies sont encore nécessaires pour optimiser les techniques de contrôle de la reproduction chez les tilapias et parvenir à une meilleure maîtrise des cycles biologiques chez les siluriformes, notamment pour ce qui concerne la gestion des gamètes et la phase d'élevage larvaire ;

- d'importantes avancées restent à faire dans le domaine de l'alimentation et de la nutrition pour parvenir à une meilleure couverture des besoins alimentaires des poissons d'élevage en tenant compte du contexte économique et des composés disponibles localement ;

- une meilleure connaissance du fonctionnement des écosystèmes aquacoles devrait permettre une optimisation de leur gestion au niveau, notamment, du flux d'intrants qui constitue aujourd'hui l'un des goulets d'étranglement du développement de l'aquaculture africaine ;
- enfin, il apparaît qu'une approche scientifique de la composante économique et sociale de l'aquaculture, trop négligée jusqu'ici, est devenue indispensable.

Aujourd'hui, pluridisciplinarité et fécondation croisée des approches militent fortement pour la création de réseaux Nord-Sud-Sud pour la mise en œuvre de programmes de recherche scientifique en aquaculture tropicale ■

Références

1. Lazard J, Lecomte Y, Stomal B, Weigel J Y. *Pisciculture en Afrique subsaharienne. Situations et projets dans des pays francophones. Propositions d'action*. Paris : ministère de la Coopération et du Développement, CID/DOC 1991 ; 155 p.
2. Trewavas E. *Tilapia fishes of the genera Sarotherodon, Oreochromis and Danakilia*. London : British Museum, 1983 ; 583 p.

3. Hickling CF. The Malacca *Tilapia* hybrids. *Genet* 1960; 57: 1-10.
4. Micha JC. *Étude des populations piscicoles de l'Ubangui et tentatives de sélection et d'adaptation de quelques espèces à l'étang de pisciculture*. Nogent sur Marne: CTFT 1973; 110 p.
5. Teugels GG. Preliminary results of a morphological study of the African species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*) (Pisces, Clariidae). *J Nat Hist Lond* 1982; 16: 439-64.
6. Hogendoorn H. *The African catfish*, (*Clarias lazera* C. & V., 1840). *A new species for aquaculture*. Wageningen: Dissertation, Agriculture University, 1983; 135 p.
7. Hem S, Legendre M, Trebaol L, Cissé A, Otémé Z, Moreau Y. L'aquaculture lagunaire. In: Dufour P, Durand JR, Guiral D, Zabi SG, eds. *Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire. 2 — Les milieux lagunaires*. Paris: Éditions Orstom, 1994: 455-508.
8. Legendre M. *Potentialités aquacoles des cichlidae* (Sarotherodon melanotheron, *Tilapia guineensis*) et *Clariidae* (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Paris: Orstom, TDM 89, 1992; 83 p. + ann.
9. McAndrew BJ, Majundar KC. Evolutionary relationships within three tilapiine genera (Pisces: Cichlidae). *Zool J Lin Soc* 1984; 80: 421-35.
10. Pouyaud L, Agnese JF. Variabilité génétique des populations de tilapia de Côte-d'Ivoire et du Sénégal. In: Pullin RSV, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias JB, Pauly D, eds. *The third international symposium on Tilapia in aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 41, 1993 (sous presse).
11. Macaranas JM, Taniguchi N, Pante JR, Capili JB, Pullin RSV. Electrophoretic evidence hybrid gene introgression into commercial *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquaculture and Fisheries Management* 1986; 17: 249-68.
12. Rognon X, Guyomard R. Caractérisation des espèces du genre *Oreochromis* par électrophorèse. In: Pullin RSV, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias JB, Pauly D, eds. *The third international symposium on Tilapia in aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 41, 1993 (sous presse).
13. Wohlfarth GW, Hulata GI. Applied genetics of tilapias. *ICLARM Studies and Reviews* 1981; 6: 26 p.
14. Doudet T. Possibilités d'élevage d'espèces et d'hybrides de *Oreochromis* en milieu saumâtre: expérimentation en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) et revue bibliographique. *Rev Hydrobiol Trop* 1991; 24: 335-47.
15. Scott AG, Penman DJ, Beardmore JA, Skibinski DOF. The YY supermale in *O. niloticus* (L.) and its potential in aquaculture. *Aquaculture* 1989; 78: 237-51.
16. Guerrero RD. Control of tilapia reproduction. In: Pullin RSV, Lowe Mc Connelle R, eds. *The biology and culture of tilapia*. ICLARM Conf Proc 1982; 7: 309-16.
17. Baroiller JF, Toguyeni A. Comparative effects of a natural steroid (11 β -hydroxy-androstenedione 11 β -OH-A4) and a synthetic androgen (17 α -MT) on sex-ratio in *Oreochromis niloticus*. In: Pullin RSV, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias JB, Pauly D, eds. *The third international symposium on Tilapia in aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 41, 1993 (sous presse).
18. Baroiller JF, Fostier A, Cauty C, Jalabert B. Significant effects of high temperatures on sex-ratio of progenies from *Oreochromis niloticus* with sibling sex-reversed males broodstock. In: Pullin RSV, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias JB, Pauly D, eds. *The third international symposium on Tilapia in aquaculture*. ICLARM Conf. Proc. 41, 1993 (sous presse).
19. Jauncey K, Ross B. *A guide to tilapia feeds and feeding*. Stirling: Institute of Aquaculture, University of Stirling 1982; 111 p.
20. Moreau Y. Utilization of carbohydrates as energy-yielding substrates by the tilapia *Sarotherodon melanotheron*. *Proceeding of the third Asian Fisheries Forum*. Singapour 26-30 oct 1992 (à paraître).
21. Legendre M, Ecoutin J M, Hem S, Cissé A. Recherches sur les tilapias lagunaires de Côte d'Ivoire. In: Lazard J, Jalabert B, Doudet T, eds. *L'aquaculture des tilapias: du développement à la recherche*. *Cahiers scientifiques du CTFT* 1990; 10: 93-116.
22. Auperin B, Rentier-Delrue F, Martial J, Prunet P. Role of the two tilapia prolactin (PRL-I and PRL-II) during adaptation to saltwater: studies of plasma and pituitary levels using specific radioimmunoassays. *Proceedings of the second Symposium on Fish Endocrinology*. Saint-Malo, juin 1992 (à paraître).
23. Teugels GG, Denayer B, Legendre M. A systematic revision of the African catfish genus *Heterobranchus* Geoffroy-Saint-Hilaire, 1809 (Pisces: Clariidae). *Zool J Linn Soc* 1990; 98: 237-57.
24. Rich L. Note sur la réhabilitation de *Chrysichthys maurus* (Cuv. et Val. 1939). *Rev Zool Afr* 1981; 95: 409-16.
25. Agnese JF, Pasteur N, Leveque C. Différenciation génétique de quelques populations de *Chrysichthys nigrodigitatus* et de *C. johnelsi* (Pisces, Bagridae) de Côte d'Ivoire et du Mali. *Rev Hydrobiol Trop* 1989; 22: 101-6.
26. Legendre M, Teugels GG, Cauty C, Jalabert B. A comparative study on morphology, growth rate and reproduction of *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* and their reciprocal hybrids (Pisces, Clariidae). *J Fish Biol* 1992; 40: 59-79.
27. Viveen WJAR, Richter CJJ, Van Oordt PGWJ, Janssen JAL, Huisman EA. Manuel pratique de pisciculture du poisson-chat africain (*Clarias gariepinus*). La Haye: Direction générale de la Coopération internationale du ministère des Affaires étrangères, 1985; 94 p + annexes.
28. Kerdchuen N. L'alimentation composée d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae): incidence du mode d'alimentation et première estimation des besoins nutritionnels. Paris: Orstom, TDM 88 1992; 182 p.
29. Hem S. Premiers résultats sur la reproduction contrôlée de *Chrysichthys nigrodigitatus* en milieu d'élevage. Wageningen: *Aquaculture FIS Seminar PUDOC*, 1986: 189-205.
30. Otémé ZJ. Reproduction et fécondité du mâchoiron *Chrysichthys nigrodigitatus* en élevage. *J Ivoir Océanol Limnol* 1993; 2: 53-9.
31. Kerdchuen N, Legendre M. Influence de la fréquence et de la période de nourrissage sur la croissance d'un silure africain, *Heterobranchus longifilis* (Teleostei, Clariidae). *Aquatic Living Resour* 1991; 4: 241-8.
32. Hem S. Acadja-enclos: de la pêche de cueillette à la pêche de culture. In: Bernacsek GM, Powles H, eds. *Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique*. *Atelier du 14-17 nov. 1988, Bouaké, Côte-d'Ivoire*. Ottawa: Centre de recherches pour le développement international, 1992; 101-13.
33. Schroeder GL. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by SC analysis. *Aquaculture* 1983; 35: 29-42.
34. Guiral D, Arfi R, Da R, Konan AA. Communauté périphytique colonisant une structure d'aquaculture extensive en milieu lagunaire (acadja) *Rev Hydrobiol Trop* 1993; sous presse.
35. Koffi Camille. Aspects économiques de la production piscicole en étang: l'expérience de la pisciculture rurale au centre-ouest et au centre de la Côte-d'Ivoire. In: Bernacsek GM, Powles H, eds. *Recherches sur les systèmes aquacoles en Afrique*. *Atelier du 14-17 nov 1988, Bouaké, Côte-d'Ivoire*. Centre de recherches pour le développement international, 1992; 49-63.
36. Lazard J, Morissens P, Parrel P, Aglingio C, Ali I, Roche P. Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique. Nogent-sur-Marne: CTFT, 1990; 82 p.
37. Weigel JY. *La commercialisation du poisson en pays lagunaire ivoirien*. Paris: Orstom, 1989; 138 p.

Résumé

Cet article présente les enjeux et contraintes majeurs du développement de la pisciculture sur le continent africain, traduits en problématique de recherche scientifique et technique. Les principaux poissons concernés appartiennent aux groupes des tilapias et des siluriformes, dont l'utilisation en aquaculture dépasse largement le cadre du continent africain, conférant aux travaux menés une portée internationale. Les principaux axes de recherche porteurs concernent l'optimisation du contrôle de la reproduction chez les tilapias et de la maîtrise du cycle biologique chez les siluriformes, l'étude de la biodiversité de la faune piscicole africaine appliquée à la mise en évidence de « nouvelles » espèces d'intérêt aquacole (en parallèle avec le même type d'approche menée sur d'autres grands bassins hydrographiques sud-américains ou du Sud-Est asiatique) et la connaissance des réseaux trophiques au sein des écosystèmes aquacoles. En outre, une démarche scientifique en sciences humaines dans le domaine de l'aquaculture tropicale apparaît aujourd'hui comme une nécessité.